

Mise en évidence de caractères de tolérance au *Phytophthora heveae* chez le cocotier en Côte d'Ivoire (1)

H. de FRANQUEVILLE (2), G. de TAFFIN (3), A. SANGARE (4), J. P. LE SAINT (5), M. POMIER (6), J. L. RENARD (7)

Résumé. — Le *Phytophthora heveae* provoque sur cocotier une pourriture du cœur et des chutes de noix entraînant soit la mort de l'arbre soit des pertes de récolte pouvant dépasser 30 %. Une réduction des dégâts est possible grâce à des traitements fongicides au Phoséthyl-al par injection dans le stipe. L'existence de caractères de résistance au *Phytophthora* observés au champ sur une gamme étendue d'écotypes et d'hybrides en Côte d'Ivoire permet d'envisager une lutte génétique contre le parasite. Certains hybrides et écotypes sont sensibles aux deux formes d'expression de la maladie, d'autres présentent une bonne tolérance. Le Grand Ouest-Africain se révèle sensible à la pourriture du cœur et tolérant à la chute de noix ; l'hybride Nain Jaune Malais × Grand Ouest-Africain (PB-121) se comporte de façon opposée. A l'intérieur de cet hybride, une variabilité importante existe : certaines combinaisons sont sensibles, d'autres très tolérantes. Ces études démontrent qu'un compromis peut-être trouvé — aussi bien entre différents hybrides qu'à l'intérieur d'un même hybride — pour concilier un bon niveau de tolérance et une amélioration de la production.

INTRODUCTION

Les dommages qu'entraînent diverses espèces de *Phytophthora* sur le cocotier se retrouvent dans toute la zone intertropicale (Schierer, 1970 [9] ; Graham, 1971 [2] ; Joseph et Radkha, 1975 [3] ; Rodriguez, 1982 [8] ; Quillec et Renard, 1984 [4]). La maladie se traduit par deux symptômes distincts : la pourriture du cœur, qui provoque le flétrissement et la mort de l'arbre, et la chute de noix immatures qui induit parfois des pertes supérieures à 30 p. 100. Les deux symptômes, généralement indépendants, peuvent néanmoins affecter simultanément le même arbre (Quillec *et al.*, 1984 [5]).

En 1977, les premiers cas de pourriture du cœur en Côte d'Ivoire furent identifiés sur l'écotype grand local. La chute de noix atteintes de *Phytophthora* ne fut détectée qu'en 1982 sur des plantations d'hybrides PB121 (Nain Jaune Malais × Grand Ouest-Africain). Le rôle de *Phytophthora heveae* a été démontré et des méthodes de lutte chimique furent testées afin de contrôler la maladie. Ces essais ont permis la mise au point d'une technique de lutte chimique efficace, permettant de préserver les cocotiers d'une forte chute de noix pendant au moins deux ans après traitement (Quillec *et al.*, 1984 [6] ; Renard *et al.*, 1986 [7]).

Parallèlement à ces travaux, un programme visant à déterminer des variétés génétiquement résistantes au *Phytophthora* a été initié : cet article présente les premiers résultats de ce programme.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

I.1. — Dispositifs expérimentaux.

Les observations ont été conduites sur trois essais différents. Les deux premiers sont des tests comparatifs d'écotypes et d'hybrides entre écotypes. Le troisième essai est un test génétique dont le but est l'amélioration de l'hybride PB121.

TC-08.

Cet essai est un test de comportement planté en 1979 et 1980 dans la zone de Côte d'Ivoire la plus affectée par la pourriture du cœur. L'essai compare 21 écotypes ou hybrides entre écotypes différents. Le dispositif expérimental en blocs complets comprend 20 répétitions de 3 arbres. La densité de plantation est de 143 arbres à l'hectare.

GC 11.

Ce test d'hybrides entre écotypes planté en 1974 compare quatre combinaisons de type Nain × Grand et un témoin Grand Ouest-Africain (GOA). Le dispositif expérimental en bloc complet comprend 6 répétitions ; chaque parcelle expérimentale est constituée de 5 lignes contiguës de 5 arbres, soit 25 cocotiers. La densité de plantation est de 143 arbres à l'hectare.

GC15.

Cet essai planté en 1978 compare les descendance de 15 géniteurs GOA en croisement avec le Nain Jaune de Malaisie (NJM). Le dispositif expérimental est un lattage 4 × 4 ; chaque parcelle expérimentale comprend 12 cocotiers répartis en deux lignes contiguës de six arbres. La densité de plantation est de 160 arbres à l'hectare. Le témoin est constitué d'hybride PB121 issu de pollinisation assistée, tel qu'il est actuellement livré aux planteurs.

I.2. — Méthodes d'observation.

Les observations ont porté sur les deux symptômes de la maladie : pourriture du cœur et chute de noix immatures.

(1) Présenté au National Symposium on Coconut Breeding and Management Nov 23/26 1988. Trichur, Kerala.

(2) Service Phytopathologie IRHO chez Plantation Robert-Michaux, B. P. 8, India Dabou, Côte d'Ivoire.

(3) Directeur de la Station Marc-Delorme, 07 B. P. 13, Abidjan 07, Côte d'Ivoire.

(4) Directeur Adjoint de la Station Marc-Delorme, 07 B. P. 13, Abidjan 07, Côte d'Ivoire.

(5) Chef du Service Sélection de la Station Marc-Delorme, 07 B. P. 13, Abidjan 07, Côte d'Ivoire.

(6) Spécialiste Cocotier - Service de l'Economie Rurale, B. P. 100, Papeete, Polynésie.

(7) Directeur de la Division Phytopathologie IRHO-CIRAD, B. P. 5035, 34032 Montpellier Cedex.

Les relevés sanitaires concernant la pourriture du cœur ont été réalisés mensuellement. Dès l'apparition des premiers symptômes, l'arbre est classé comme malade. Le relevé n'est cependant définitif que lorsque la dissection du bourgeon terminal permet de confirmer le rôle de la maladie dans la mort de l'arbre.

Le décompte des noix a été effectué mensuellement sur les essais GC11 et GC15, et tous les deux mois sur l'essai TC-08. Les paramètres suivants sont enregistrés :

- nombre de noix matures et indemnes (C1),
- nombre de noix immatures avortées ne présentant aucun symptôme apparent d'infestation par le *Phytophthora* (C2),
- nombre de noix immatures avortées atteintes par la maladie (C3).

Le pourcentage de noix atteintes par la maladie est estimé par le rapport $C3/(C1 + C3)$.

II. — RÉSULTATS

II.1. — Tolérance variétale.

II.1.1. — Pourriture du cœur.

Le tableau I présente le pourcentage de mortalité dû à la pourriture du cœur à la fin du mois de décembre 1987 dans l'essai TC08. La présentation à double entrée permet de visualiser l'influence des parents sur la tolérance à la pourriture du cœur. On trouvera dans le tableau II, le classement des différentes variétés en fonction des pertes dues au *Phytophthora*.

Il existe une importante variation du comportement des écotypes et des hybrides pour la sensibilité à la pourriture du cœur. Certains n'ont subi aucune perte : GML,

NJM × GML, NJM × GPY1. D'autres au contraire ont perdu plus d'un quart des arbres : NVE × GOA, NRM ;

— le GOA s'avère sensible et transmet, surtout en croisement avec les nains, une forte sensibilité à la maladie. Les autres écotypes grands apparaissent beaucoup plus tolérants ;

— le NJM semble tolérant, contrairement aux autres nains, et transmet cette tolérance aux hybrides : bien que le GOA soit très sensible, l'hybride PB121 (NJM × GOA) montre un bon niveau de tolérance à la pourriture du cœur.

Dans le cas de l'hybride NVE × GOA, la sensibilité ne s'est exprimée que très tardivement (Fig. 1). Sur les autres essais la mortalité due à la pourriture du cœur est restée rarissime et n'a pas permis d'effectuer un classement.

II.1.2. — Chute des noix.

TC-08.

Le tableau III présente le pourcentage de noix atteintes par la maladie dans l'essai TC-08 lors de la campagne de récolte 1987. On trouvera en annexe II l'ensemble des données enregistrées ainsi que le classement des objets selon la sensibilité à la chute de noix.

Le pourcentage de noix atteintes par la maladie est très variable selon le matériel végétal. Certains hybrides et écotypes sont pratiquement indemnes. NRC, GVT, NJM × GPY1, GVT × GML, NJM × GVT, NJM × GML, GML. D'autres perdent près d'un cinquième de leur noix : NVE × GOA, NRC × GOA.

On observe une corrélation positive ($r = 0,45$, significative à 1 p. 100) entre les deux symptômes de la maladie, pourriture du cœur et chute de noix. Cependant, certains types montrent un comportement contrasté :

— le GOA, sensible à la pourriture du cœur, semble

TABLEAU I. — Pourcentage d'arbres morts par pourriture du cœur en fonction du croisement (essai TC-08)

(Percentage of dead trees due to bud rot per cross — trial TC-08)

		Ecotype parental (Parental ecotype)							
		GOA (WAT)	GRL (RLT)	GML (MLT)	GVT (VTT)	GPY1 (PYT1)	NJM (MYD)	NRM (MRD)	NRC (CRD)
E	GOA	16							
c	(WAT)								
o	GRL	7							
t	(RLT)								
y	GML			0					
p	(MLT)								
e	GVT			5	5				
	(VTT)								
p	GPY1								
a	(PYT1)								
r	NJM	3	2	0	3	0	5		
e	(MYD)								
n	NRM	18	8			2		27	
t	(MRD)								
a	NRC	17	3	5					12
l	(CRD)								
	NVE	25							
	(EGD)								

TABLEAU II. — Pourcentage de chutes de noix dues au *Phytophthora* en fonction du croisement (Essai TC-08)
(Percentage of nut-fall due to *Phytophthora* per cross — trial TC-08)

		Ecotype parental (Parental ecotype)							
		GOA (WAT)	GRL (RLT)	GML (MLT)	GVT (VTT)	GPY1 (PYT1)	NJM (MYD)	NRM (MRD)	NRC (CRD)
E c o t y p e p a r e n t a l	GOA (WAT)	6							
	GRL (RLT)	5							
	GML (MLT)			3					
	GVT (VTT)			3	2				
	GPY1 (PYT1)								
	NJM (MYD)	13	8	3	3	3	4		
	NRM (MRD)	9	6			7		4	
	NRC (CRD)	19	7	7					1
	NVE (EGD)	22							

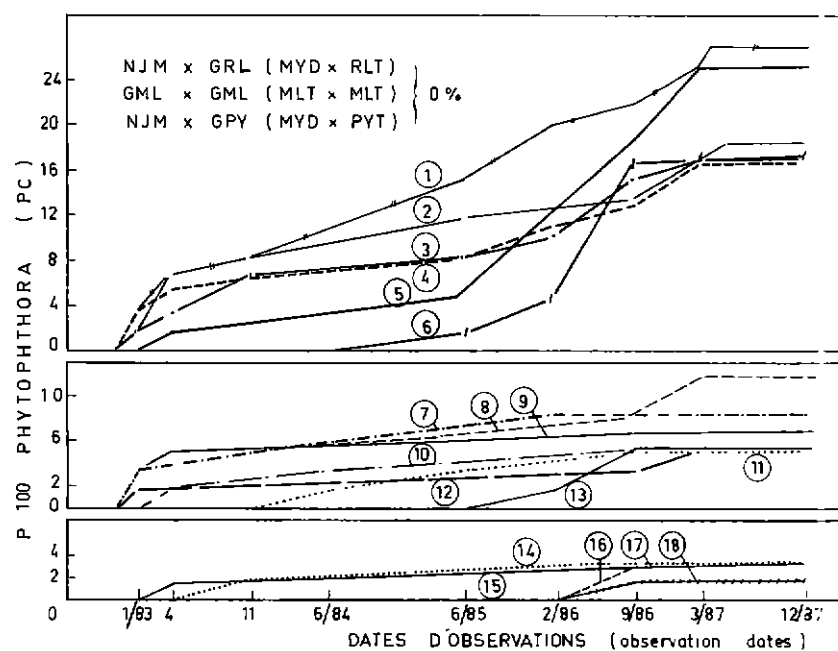


FIG 1. — PB TC 08

Evolution de la pourriture du cœur due à *Phytophthora heveae* de 1983 à 1987 (Evolution of bud rot due to *Phytophthora heveae* from 1983 to 1987).

- | | | | |
|----------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1: NRM (MRD) | 6: GOA × PB (WAT × PB) | 10: GNH × GML (NHT × MLT) | 14: NRC × GRL (CRD × RLT) |
| 2: NRM × GOA (MRD × WAT) | 7: NRM × GRL (MRD × RLT) | 11: GNH × GNH (NHT × NHT) | 15: NJM × GOA (MYD × WAT) |
| 3: NRC × GOA (CRD × WAT) | 8: NRC (CRD) | 12: NJM (NYD) | 16: NJM × GNH (MYD × NHT) |
| 4: GOA × SAMO (WAT × SAMO) | 9: GOA × GRL (WAT × RLT) | 13: NRC × GML (CRD × MLT) | 17: NJM × GRL (MYD × RLT) |
| 5: NVE × GOA (EGD × WAT) | | | 18: NRM × GPY (MRD × PYT) |

TABLEAU III. — Essai : TC-08 — Classement du matériel végétal suivant la sensibilité à la chute des noix
(Trial : TC-08 — Classification of planting material according to sensitivity to nut-fall)

Matériel végétal (Planting material)	Nombre d'arbres producteurs (Number of bearing trees)	% Noix phytophthorées en 1987 (% of diseased nuts in 1987)	Classement (Classification)		Nombre de bonnes noix/arbre (Number of healthy nuts/tree)
			1987	1986	
NVE × GOA (EGD × WAT)	41	22	1	2	44.4
NRC × GOA (CRD × WAT)	49	19	2	1	54.8
NJM × GOA (MYD × WAT)	57	13	3	3	55.3
NRM × GOA (MRD × WAT)	47	9	4	4	63.3
NJM × GRL (MYD × RLT)	57	8	5	8	45.3
NRC × GRL (CRD × RLT)	55	7	6	6	36.8
NRM × PGY1 (MRD × PYT1)	53	7	6	11	45.3
NRC × GML (CRD × MLT)	49	7	6	6	52.0
GOA SAMO (WAT — SAMO)	76	6	9	9	41.1
NRM × GRL (MRD × RLT)	50	6	9	12	42.9
GOA PB (WAT — PB)	52	5	11	4	38.2
GOA × GRL (WAT × RLT)	58	5	11	12	48.4
NRM (MRD)	32	4	13	16	60.1
NJM (MYD)	41	4	13	14	51.8
GML × GML (MLT × MLT)	46	3	15	10	26.0
NJM × GML (MYD × MLT)	62	3	15	14	42.0
NJM × GVT (MYD × VIT)	53	3	15	17	56.3
GVT × GML (VTT × MLT)	53	3	15	20	39.8
NJM × GPY1 (MYD × PYT1)	56	3	15	17	45.7
GVT × GVT (VIT × VTT)	52	2	20	17	42.0
NRC (CRD)	46	1	21	21	34.1

relativement tolérant à la chute de noix. Cependant il transmet aux hybrides une forte sensibilité (surtout en hybridation avec les nains).

— le NRM, et dans une moindre mesure le NRC, sont sensibles à la pourriture du cœur et tolérants à la chute des noix.

Les classements des différents écotypes et hybrides en 1986 et 1987 sont assez stables (Tabl. IV) et montrent une bonne concordance.

GCII.

Le tableau V présente le résultat des observations de production et de chutes de noix dues au *Phytophthora* sur quatre campagnes consécutives (1984 à 1987). Le détail des données est présenté dans le tableau VI.

L'analyse statistique, après transformation angulaire des pourcentages*, indique un effet significatif des variétés sur le pourcentage de noix atteintes par le *Phytophthora*. Un test de Duncan au niveau 5 p. 100 montre que l'hybride NVE × GRL se distingue des autres hybrides. Ceci confirme la sensibilité des hybrides de nain vert, déjà mise en évidence dans l'essai TC-08.

Il existe également un effet significatif des variétés sur la production de noix par arbre et par an. On constate que NRC × GOA, bien que relativement sensible, reste l'hybride le plus productif de l'essai.

II.2. — Tolérance individuelle.

Le tableau VII résume les résultats des observations de chutes de noix dues au *Phytophthora* dans l'essai PBGC15 pour la période 1984/1987. L'essai a été analysé selon un dispositif lattice, après transformation angulaire des pourcentages. Les 16 descendances ont été classées par ordre de sensibilité décroissante.

Le GOA est généralement considéré comme un écotype très homogène. Il existe cependant de fortes variations de sensibilité à la chute de noix selon les descendances testées ; certaines ont perdu en moyenne moins de cinq pour cent des noix : PB-2525, PB-2528. Une descendance a perdu plus d'un quart de ses noix : PB-2515.

Dans le but de préciser le type de résistance mis en évidence dans le PBGC15, une comparaison arbre par arbre a été effectuée sur les lignées sensibles et résistantes. La figure 2 présente la répartition des individus appartenant aux lignées PB-2528 et PB-2515 selon leur sensibilité à la chute de noix. On observe des arbres sensibles et tolérants dans les deux groupes, seules les proportions diffèrent. La résistance semble donc plutôt de type *horizontale*.

Le test de Duncan (5 p. 100) confirme la sensibilité de la descendance PB-2515 et la tolérance des lignées PB-2528 et PB-2525. Ces deux dernières lignées montrent en outre un bon niveau de production : il est donc possible d'améliorer simultanément l'hybride PB121 pour la production et pour la tolérance au *Phytophthora*.

(*) Le pourcentage de noix atteintes correspond au pourcentage calculé sur la moyenne des quatre années, et non à la moyenne des pourcentages annuels.

TABLEAU IV. — Essai : TC-08 — Classement du matériel végétal suivant la sensibilité à la pourriture du cœur
(Trial : TC-08 — Classification of planting material according to sensitivity to bud rot)

Matériel végétal (Planting material)	Nombre d'arbres plantés (Number of trees planted)	Nombre d'arbres vivants au 31/12/87 (Number of living trees on 31 12 87)	Mortalité due à la pourriture du cœur (Mortality due to bud rot)		
			Nombre d'arbres (Number of trees)	%	Classement (Classification)
NRM (MRD)	60	44	16	27	1
NVE × GOA (EGD × WAT)	60	45	15	25	2
NRM × GOA (MRD × WAT)	60	49	11	18	3
NRC × GOA (CRD × WAT)	60	50	10	17	4
GOA SAMO (WAT – SAMO)	110	92	18	16	5
GOA PB (WAT – PB)	64	54	10	16	5
NRC (CRD)	60	53	7	12	7
NRM × GRL (MRD × RLT)	60	55	5	8	8
GOA × GRL (WAT × RLT)	60	56	4	7	9
NJM (MYD)	60	57	3	5	10
GVT × GVT (VTT × VTT)	60	57	3	5	10
NRC × GML (CRD × MLT)	58	55	3	5	10
GVT × GML (VTT × MLT)	60	57	3	5	10
NJM × GOA (PB-121) (MYD × WAT – PB-121)	60	58	2	3	14
NRC × GRL (CRD × RLT)	60	58	2	3	14
NJM × GVT (MYD × VTT)	60	58	2	3	14
NJM × GRL (MYD × RLT)	60	59	1	2	17
NRM × GPY1 (MRD × PYT1)	60	59	1	2	17
NJM × GML (MYD × MLT)	63	63	0	0	19
GML × GML (MLT × MLT)	56	56	0	0	19
NJM × GPY1 (MYD × PYT1)	60	60	0	0	19

— NJM = Nain Jaune de Malaisie
— NRM = Nain Rouge de Malaisie
— MVE = Nain Vert de Guinée Equatoriale
— NRC = Nain Rouge du Cameroun
— GOA = Grand Ouest-Africain
— GOA PB = origine PORT BOUET
— GOA SAMO = origine SAMO
— GRL = Grand Rennel
— GVT = Grand du Vanuatu
— GML = Grand de Malaisie
— GPY1 = Grand de Polynésie

(MYD = Malaysian Yellow Dwarf)
(MRD = Malaysian Red Dwarf)
(EGD = Equatorial Green Dwarf)
(CRD = Cameroon Red Dwarf)
(WAT = West African Tall)
(WAT PB = Port Bouet origin)
(WAT SAMO = Samo origin)
(RLT = Rennel Tall)
(VTT = Vanuatu Tall)
(MLT = Malayan Tall)
(PYT1 = Polynesian Tall)

III. — DISCUSSION ET PERSPECTIVES

La tolérance d'une plante vis-à-vis d'une maladie se définit comme son aptitude à supporter la présence du parasite, sans subir apparemment de gros dommages. L'objectif du programme d'amélioration du cocotier en Côte d'Ivoire est double ; on recherche des plantes à la fois résistantes et productives.

Le GOA entre dans la composition d'hybrides très productifs. Il transmet globalement une sensibilité au *Phytophthora*, mais il s'avère possible de sélectionner des pollinisateurs GOA donnant des hybrides tolérants et productifs. La lutte contre la maladie nécessite le développement de plusieurs axes de recherches.

III.1. — Mise au point de tests d'inoculation.

La mise au point de tests d'inoculation au niveau des noix, du cœur, et éventuellement des plantules permettrait de comparer, avec un inoculum connu et une pression d'infec-

tion homogène, le comportement des divers hybrides et écotypes. Le test d'inoculation des noix pourrait être réalisé en laboratoire sur noix coupées, dans l'optique d'éviter la contamination d'arbres sains, et de s'affranchir d'une partie des effets de milieu.

Des tests croisés effectués avec des isolats obtenus de pourriture du cœur et de noix malades permettraient de comparer les souches de pathogène et de déterminer s'il existe ou non une spécificité parasitaire.

III.2. — Relations hôte-pathogène.

Cette approche consiste à étudier les stratégies de défense de la plante, qui peuvent être soit préalables à la contamination (architecture de la plante, morphologie des ouvertures naturelles, présence de composés toxiques...), soit postérieures à la contamination (réparation des blessures, abscission des cellules ou organes malades, néosynthèse de composés toxiques...).

La recherche de corrélations entre la tolérance à la

TABLEAU V. — Résultats des observations de chutes de noix dues au *Phytophthora* sur le GC-11 de 1984 à 1987 (moyenne annuelle)

(Results of observations on nut-fall due to *Phytophthora* — trial GC-11 from 1984 to 1987, annual mean)

Hybrides testés (Hybrids tested)	Pourcentage de noix atteintes par la maladie (Percentage of nuts affected by the disease)	Nombre de noix mûres et indemnes (moyennes annuelles) (Number of ripe disease-free nuts)
NVE × GRL (EGD × RLT)	9,2	78,2
NRC × GOA (CRD × WAT)	6,3	122,2
NRC × GRL (CRD × RLT)	3,6	98,7
Témoin GOA (WAT control)	3,6	62,8
NJM × GRL (MYD × RLT)	3,3	113,4

maladie et les caractéristiques morphophénologiques de la plante devrait aboutir à la détermination de critères de sélection pour la résistance au *Phytophthora*.

III.3. — Epidémiologie.

Le mode de développement de la maladie au champ est encore obscur. L'influence des facteurs externes — vent, degré hygrométrique, pluie, insectes — reste à étudier. Il est

TABLEAU VI. — Essai : GC-11 — Pourcentage de chutes de noix dues au *Phytophthora* en fonction du matériel végétal

(Trial : GC-11 — Percentage of nut-fall, due to *Phytophthora* according to planting material)

Matériel végétal (Planting material)	1984	1985	1986	1987
GOA (WAT)	0,6	3,9	4,9	4,3
NRC × GOA (CRD × WAT)	1,2	9,1	6,7	8,2
NVE × GRL (EGD × RLT)	1,3	10,6	7,9	15,2
NRC × GRL (CRD × RLT)	0,7	4,3	3,5	5,5
NJM × GRL (MYD × RLT)	0,7	3,1	3,8	5,6
Moyenne (%) * (Mean)	1,1	6,3	5,6	7,7

* Pourcentage moyen de chutes toutes variétés confondues (Mean percentage of nut-fall, all varieties combined) :

soit : Nombre total noix avec *Phytophthora* dans l'Essai

Nombre total noix avec *Phytophthora* + Nombre total bonnes noix
(i.e. Total number of nuts with *Phytophthora* in the trial)

(Total number of nuts with *Phytophthora* + total number of healthy nuts)

nécessaire de déterminer le mode de conservation et de transmission de l'inoculum pour améliorer la comparaison des écotypes ou des hybrides au champ.

TABLEAU VII. — PB-GC 15 — Pourcentage de chutes de noix dues au *Phytophthora*
(Percentage of nut-fall due to *Phytophthora*)

N° de lignée (Line)	Pourcentage de chutes de noix (Percentage of nut-fall)					Classement (Classification)	Nombre moyen de noix/arbre/an (Mean number of nuts/trees/yr)
	1984	1985	1986	1987	Moy. (Mean)		
2 515	13,2	31,9	32,5	22,6	25,8	1	86,5
2 527	8,0	20,8	20,0	12,1	16,6	2	97,4
2 521	5,1	20,9	19,3	14,0	15,8	3	99,0
2 517	4,7	16,0	15,7	14,3	13,9	4	94,7
2 514	6,2	13,8	14,0	15,0	13,2	5	99,7
2 520	2,8	17,6	13,4	13,1	12,9	6	90,2
2 522	2,0	13,9	11,2	10,6	10,6	7	93,3
2 516	5,5	16,2	12,4	6,8	10,5	8	106,9
2 526	3,5	12,9	9,6	6,4	9,2	9	120,3
2 519	5,1	10,2	10,1	8,4	9,2	9	101,5
2 523	3,3	11,6	8,7	7,8	8,7	11	110,4
2 524	2,7	15,7	7,0	5,9	8,4	12	94,4
2 518	2,3	13,2	7,8	5,5	8,3	13	95,6
2 513 (—)	4,9	9,6	6,3	4,2	6,5	14	103,3
2 528	0,8	6,4	3,6	3,4	4,1	15	106,9
2 525	0,2	7,3	2,8	1,2	3,2	16	114,2

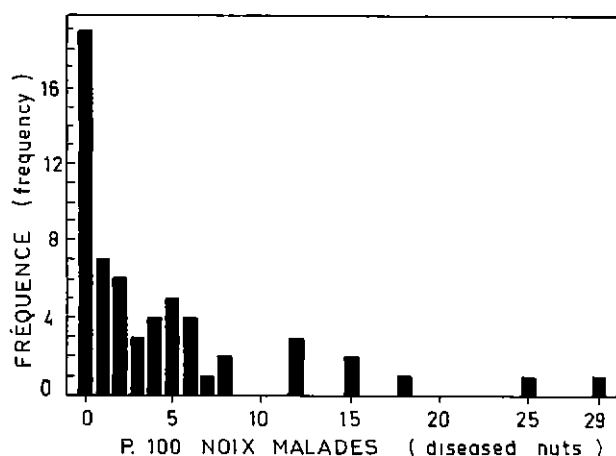


FIG. 2. — Histogramme de fréquence (Frequency histogram).
Lignée PB 2528 - tolérante (Line PB 2528 - tolerant).

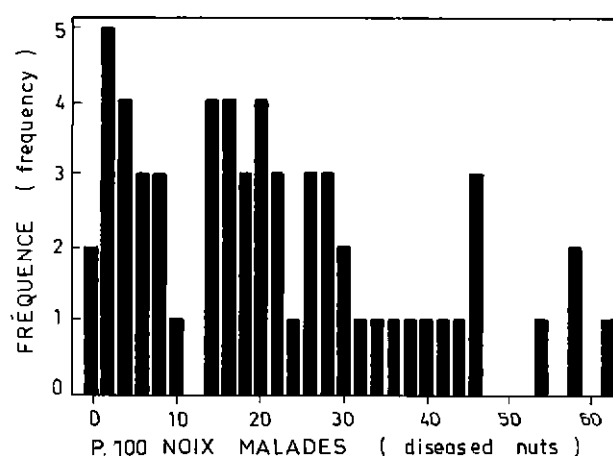


FIG. 3 — Histogramme de fréquence (Frequency histogram).
Lignée PB 2515 - sensible (Line PB 2515 - sensitive).

III.4. — Déterminisme génétique de la résistance.

On distingue classiquement deux types de résistances à un pathogène donné :

- la résistance verticale apporte un niveau de résistance élevé, mais est généralement considérée comme fragile ; elle est spécifique de certains pathotypes, et reste à la merci d'une mutation du pathogène. Son déterminisme génétique est oligogénique ;

- la résistance horizontale est généralement partielle (tolérance), mais s'oppose, par sa stabilité, au développement de l'ensemble des pathotypes. Cette résistance est déterminée par un grand nombre de gènes. Les résultats de l'essai PBGC15 semblent montrer que la résistance du cocotier au *Phytophthora* est plutôt de ce type.

Cependant l'étude de l'hérédité de la résistance au *Phytophthora* nécessite des études supplémentaires.

Existence d'une résistance verticale.

Certains arbres PB121 du PBGC15 semblent indemnes de toute attaque de noix : l'inoculation artificielle permettrait de déterminer si ceci résulte d'une absence de contamination, ou d'une résistance totale à la maladie.

Une autre méthode consiste à rechercher dans des descendance des distributions en pics individualisés (sensibles-résistants) caractéristiques d'une hérédité oligogénique. Chaque géniteur GOA testé dans le PBGC15 a été autofécondé, et les autofécondations ont été plantées dans des champs de multiplication, à raison de 100 environ par géniteur. Ces autofécondations constituent un matériel privilégié pour l'observation d'éventuelles ségrégations.

Etude quantitative de la résistance.

Le bon comportement d'un géniteur GOA vis-à-vis de la maladie n'implique pas que ce géniteur transmette sa tolérance à l'hybride. La transmission génétique de la résistance horizontale pourrait être étudiée par une approche quantitative, en comparant le niveau de tolérance des autofécondations des GOA à celui des lignées hybrides correspondantes. Cette approche permettrait d'estimer l'hérédabilité de la résistance au *Phytophthora*.

L'étude au champ des autofécondations présente des inconvénients : le dispositif de plantation (en lignes, par géniteurs) ne permet pas l'analyse statistique. Des différences locales de pression d'infection du *Phytophthora* peuvent induire un biais important. De plus les autofécondations sont peu productives, du fait de la dépression de consanguinité. L'emploi d'un test d'inoculation sur noix, réalisé au laboratoire après prélèvement, permettrait de limiter l'hétérogénéité due au milieu.

L'étude pourrait se poursuivre en intercroisant les meilleurs géniteurs GOA du PBGC15 ; d'une part en observant le niveau de résistance des intercroisements, et d'autre part en étudiant leur comportement en test hybride avec le NJM. L'exemple du PBGC15 montre en effet que les tests d'aptitude individuelle à la combinaison constitue une méthode adaptée à la sélection pour la résistance au pathogène.

CONCLUSION

La comparaison de 21 écotypes et hybrides entre écotypes révèle une forte variabilité de la tolérance au *Phytophthora heveae*. Certains hybrides s'avèrent tolérants aux deux symptômes, pourriture du cœur et chute de noix immatures : on peut citer les hybrides Nain × Grand du Vanuatu, NRC × GRL, NJM × GRL. Ces résultats confirment — si besoin est — l'intérêt de puiser dans la grande diversité des écotypes de cocotier pour rechercher des sources de résistance. Les tests comparatifs d'hybrides constituent une méthode bien adaptée à ce but.

Le Grand Ouest-Africain est sensible à la pourriture du cœur. L'hybridation avec le Nain Jaune Malais restaure un bon niveau de tolérance à l'hybride PB121.

L'observation de chutes de noix dues au *Phytophthora* dans un test d'amélioration de l'hybride PB121 a montré qu'il existait des gènes de tolérance à cette forme d'attaque. Il s'avère possible de sélectionner des pollinisateurs GOA donnant des hybrides à la fois plus productifs et tolérants à la chute des noix. Dès à présent, certains de ces arbres sont identifiés.

La lutte contre le *Phytophthora* nécessite la mise au point de tests d'inoculation, la connaissance des interactions hôte-

pathogène et de l'épidémiologie. Outre leur intérêt propre, ces recherches méthodologiques permettront l'étude de la transmission génétique de la tolérance. Une autre question est de savoir si les résultats obtenus en Côte d'Ivoire sont extrapolables à d'autres pays : l'espèce de *Phytophthora* la plus répandue sur cocotier est *P. palmivora* et non *P. heveae*

(Bennet *et al.*, 1986 [1]). Cette extrapolation reste donc à confirmer par une démarche expérimentale analogue.

D'un point de vue très général, ces résultats montrent que, même chez une espèce pérenne à cycle long comme le cocotier, la lutte génétique contre un pathogène reste efficace.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BENNETT C. P. A., ROBOTH O., SITEPU G. and LOLONG A. (1986). — Pathogenicity of *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler causing premature nutfall disease of coconut (*Cocos nucifera*, L.). Indonesian Journal of Crop Science, 2, 2, 59-70.
- [2] GRAHAM K. M. (1971). — Plant disease of FIDJI. Ministry of Overseas Development London, 251 p.
- [3] JOSEPH T., RADHA K. (1975). — Role of *Phytophthora palmivora* in bud rot of coconut Plant dis. Rep. 5, N° 12, p. 1014-1017.
- [4] QUILLEC G. et RENARD J. L. (1984). — La pourriture à *Phytophthora* du cocotier (Trilingue fr.-angl.-esp.) *Oléagineux* 39, N° 3, p. 143-147.
- [5] QUILLEC G., RENARD J. L., GHESQUIERE M. (1984). — Le *Phytophthora heveae* of coconut (I). Role in bud rot and nutfall (bilingue fr.-angl.). *Oléagineux*, 39, N° 10, p. 477-485.
- [6] RENARD J. L. et QUILLEC G. (1984). — *Phytophthora heveae* of coconut (II), (bilingue fr.-angl.) *Oléagineux*, 39, N° 11 p. 529-534.
- [7] RENARD J. L., QUILLEC G., BOMPEIX G., de FRANQUEVILLE H. (1986). — Nouvelles perspectives de lutte contre le *Phytophthora heveae* du cocotier, agent de la pourriture du cœur et de la chute des noix. 4^e congrès sur la protection de la santé humaine et des cultures en milieu tropical, Marseille 2-4 juillet 1986.
- [8] RODRIGUEZ M. R. A. (1982). — La mancha acuosa del coco *Rev Asbana*, Año 6, N° 17, p. 16-18.
- [9] SCHIERER E. (1970). — Enfermedades importantes del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en la Republica Dominicana Turrialba, 20, N° 2, p. 171-176.

SUMMARY

Detection of *Phytophthora heveae* tolerance characters in coconut in Côte d'Ivoire.

H. de FRANQUEVILLE, G. de TAFFIN, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, M. POMIER, J. L. RENARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 2, p. 93-103.

Phytophthora heveae causes bud rot and nutfall in coconut, leading to either death of the coconut palm, or harvest losses which can exceed 30 %. Damage can be reduced by injecting Fosetyl-A1 fungicide into the stem. The existence of *Phytophthora* resistance characters observed in a wide range of coconut varieties and hybrids in the field in Côte d'Ivoire suggests that coconut performance with respect to this parasite can be improved. The West African Tall proves sensitive to bud rot, but tolerant as regards nutfall, the Malayan Yellow Dwarf × West African Tall hybrid reacts in the opposite way. Some hybrids are sensitive to both forms of disease expression, whilst others present good tolerance. Within the Malayan Yellow Dwarf × West African Tall hybrid (PB 121) there is considerable variability : some crosses are sensitive, others are highly tolerant. These studies show that a compromise can be found, both between the different hybrids and within the same hybrid to accommodate lower tolerance to *Phytophthora* whilst retaining high yields.

RESUMEN

Evidencia de caracteres de tolerancia al *Phytophthora heveae* en el cocotero, en Côte d'Ivoire.

H. de FRANQUEVILLE, G. de TAFFIN, A. SANGARE, J. P. LE SAINT, M. POMIER, J. L. RENARD, *Oléagineux*, 1989, 44, N° 2, p. 93-103.

Phytophthora heveae produce en el cocotero una pudrición del cogollo y caídas de nueces que traen ya sea la muerte del árbol, o pérdidas de cosecha que pueden pasar de un 30 %. Los daños pueden reducirse mediante tratamientos fungicidas con Fosetil-al, por inyección en el estipe. La existencia de caracteres de resistencia al *Phytophthora* observados en el campo en una gama amplia de ecotipos e híbridos en Côte d'Ivoire permite considerar un control genético del parásito. Algunos híbridos y ecotipos son sensibles a dos formas de manifestación de la enfermedad, otros muestran un grado de tolerancia satisfactorio. El Grande Oeste Africano resulta sensible a la pudrición del cogollo y tolerante a la caída de las nueces ; el híbrido Enano Amarillo de Malasia × Grande Oeste Africano (PB-121) tiene un comportamiento opuesto. Dentro de este híbrido hay una importante variabilidad : algunas combinaciones son sensibles, otras muy tolerantes. Estos estudios muestran que se puede encontrar un término medio, tanto entre diversos híbridos como dentro de un mismo híbrido, para compaginar un buen nivel de tolerancia con una mejora de la producción.